# 木薯渣在50~70日龄仔鹅饲粮中的适宜添加量

杨海明　张芬芬　王志跃*　李彦品　巨晓军

（扬州大学动物科学与技术学院，扬州 225009）

摘　要：本试验旨在研究木薯渣在50~70日龄仔鹅饲粮中的适宜添加量。选取200只49日龄健康、体重相近的扬州鹅公鹅，随机分为5组，每组4个重复，每个重复10只。对照组饲喂基础饲粮，试验组分别饲喂添加5%、10%、15%和20%木薯渣的试验饲粮，试验期21 d。结果表明：1）与对照组相比，饲粮中添加木薯渣显著降低了10周龄鹅饲粮能量的表观代谢率（$P<0.05$）；饲粮中添加10%、15%、20%木薯渣显著提高了64~70日龄和50~70日龄仔鹅平均日采食量（$P<0.05$）；饲粮中添加15%、20%木薯渣显著提高了50~56日龄仔鹅的平均日增重（$P<0.05$）；饲粮中添加20%木薯渣显著降低了仔鹅的腹脂率（$P<0.05$），显著提高了肌肉中粗灰分的含量（$P<0.05$）。2）饲粮中添加木薯渣对仔鹅其他屠宰性能、饲粮养分表观代谢率及肉品质、肌肉常规养分含量无显著影响（$P>0.05$）。3）由饲料成本降低百分比和经济效益呈现的二次关系可知，当木薯渣添加量为21.4%时，饲料成本降低百分比值最大；当木薯渣添加量为20.9%时，经济效益最高。由此可见，饲粮中添加木薯渣可以促进仔鹅生长，对屠宰性能、饲粮养分表观代谢率、肉品质及肌肉常规养分含量无显著影响。综合仔鹅生长性能、屠宰性能、饲粮表观养分利用率及对经济效益的分析，50~70日龄仔鹅饲粮中木薯渣的适宜添加量为20%。

关键词：木薯渣；仔鹅；生长性能；屠宰性能；经济效益

中图分类号：S835　　　　文献标识码：　　　　文章编号：

木薯渣是木薯加工酒精和淀粉的副产物，而木薯是我国“十一五”规划中能源发展战略重点发展的作物[1]。木薯渣的主要成分是纤维素，其中微量元素含量相当丰富，尤其是铜、锌和锰[2]。木薯渣作为一种饲料原料，能缓解饲料原料资源紧张的状况，并可适当降低饲料成本，提高养殖业经济效益，具有很大的发展潜力。近几年来，新饲料资源的开发与利用备

---

收稿日期：2015-09-01

基金项目：国家公益性行业（农业）科研专项（201303144）；江苏省农业三项工程项目（SX（2014）312）；扬州大学“新世纪人才工程”资助

作者简介：杨海明(1972—)，男，江苏如皋人，副教授，博士，从事家禽营养与生产的研究。E-mail: yhmdlp@qq.com

*通信作者：王志跃，教授，硕士生导师，E-mail: dkwzy@263.net

受重视，以木薯渣作为饲料原料的研究也成为了热点之一，在动物生产中已有相关研究[3-6]。艾必燕等[7]、樵星芳等[8]研究了饲粮中添加木薯渣、发酵木薯渣对豁眼鹅生长期血液生化和代谢激素指标的影响，结果表明在生长鹅饲粮中添加发酵木薯渣，对生长鹅血液生化和代谢激素指标没有显著影响。然而，有关木薯渣对仔鹅饲粮中适宜添加量的研究至今未见报道。本试验旨在研究饲粮中添加不同水平木薯渣对50~70日龄仔鹅生产性能、屠宰性能、饲粮养分代谢率和肌肉品质等方面的影响，并结合饲料成本及经济效益，进而探讨50~70日龄仔鹅饲粮中木薯渣的适宜添加量，为木薯渣在扬州鹅饲粮中的合理使用提供参考依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验动物及设计

选取同一批出雏、饲养管理一致、体质健壮、体重相近的49日龄扬州鹅公鹅200只，用脚号标记，将试验鹅随机分为5组，每组4个重复，每个重复10只。对照组饲喂基础饲粮，试验组分别饲喂添加5%、10%、15%和20%木薯渣的试验饲粮，试验期21 d。整个饲养期内自由采食和饮水。

### 1.2 试验饲粮

试验用木薯渣购自淮南南大动物营养科技有限公司，本试验所用木薯渣为同一批次生产。以常规法[9]测定木薯渣的组成及营养水平见表1。

表1 木薯渣的组成及营养水平

Table 1 Composition and nutrient levels of cassava residues %

| 项目 Items | 含量 Content | 项目 Items | 含量 Content | 项目 Items | 含量 Content |
|---|---|---|---|---|---|
| 干物质 DM | 87.50 | 天冬氨酸 Asp | 0.65 | 脯氨酸 Pro | 0.33 |
| 粗蛋白质 CP | 10.47 | 谷氨酸 Glu | 0.99 | 酪氨酸 Tyr | 0.20 |
| 总能 GE/（MJ/kg） | 15.49 | 赖氨酸 Lys | 0.40 | 亮氨酸 Leu | 0.59 |
| 粗脂肪 EE | 1.73 | 丝氨酸 Ser | 0.34 | 缬氨酸 Val | 0.43 |
| 粗纤维 CF | 19.13 | 甘氨酸 Gly | 0.14 | 蛋氨酸 Met | 0.06 |
| 中性洗涤纤维 NDF | 56.12 | 组氨酸 His | 0.14 | 半胱氨酸 Cys | 0.01 |
| 酸性洗涤纤维 ADF | 45.15 | 精氨酸 Arg | 0.34 | 异亮氨酸 Ile | 0.39 |
| 粗灰分 Ash | 18.06 | 苏氨酸 Thr | 0.35 | | |
| 钙 Ca | 0.50 | 丙氨酸 Ala | 0.48 | | |

| 磷 P | 0.17 | 苯丙氨酸 Phe | 0.35 |
|---|---|---|---|

饲粮设计参考国NRC（1994）标准、前全苏联畜牧科学研究所（1985）、澳大利亚肉鹅生产需要和扬州大学家禽教研室相关研究成果[10-11]，设计营养水平相同或相近的试验饲粮，其组成及营养水平见表2。

表2　试验饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 2　Composition and nutrient levels of experimental diets (air-dry basis)　　%

| 项目 Items | 木薯渣添加水平 Cassava residues supplemental level/% | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 原料 Ingredients | | | | | |
| 玉米 Corn | 61.25 | 57.40 | 53.54 | 49.75 | 46.56 |
| 豆粕 Soybean meal | 19.00 | 19.10 | 19.18 | 19.28 | 19.22 |
| 苜蓿草粉 Alfalfa | 14.66 | 10.35 | 6.05 | 1.75 | |
| 小麦麸 Wheat bran | 2.12 | 5.10 | 8.10 | 11.02 | 10.99 |
| 木薯渣 Cassava Residues | | 5.00 | 10.00 | 15.00 | 20.00 |
| 预混料 Premix[1)] | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| 磷酸氢钙 $CaHPO_4$ | 1.10 | 1.00 | 0.95 | 0.87 | 0.90 |
| 石粉 Limestone | 0.48 | 0.65 | 0.78 | 0.92 | 0.92 |
| 食盐 NaCl | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 |
| 蛋氨酸 Met | 0.09 | 0.10 | 0.10 | 0.11 | 0.11 |
| 合计 Total | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 营养水平 Nutrient levels[2)] | | | | | |
| 代谢能 ME/(MJ/kg) | 10.80 | 10.80 | 10.80 | 10.80 | 10.80 |
| 粗蛋白质 CP | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 16.00 |
| 粗纤维 CF | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.00 | 6.45 |
| 钙 Ca | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 0.72 | 0.73 |
| 总磷 TP | 0.53 | 0.53 | 0.54 | 0.54 | 0.53 |
| 赖氨酸 Lys | 0.78 | 0.78 | 0.77 | 0.77 | 0.76 |
| 蛋氨酸 Met | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 | 0.33 |

[1)]预混料为扬州大学饲料厂提供，每千克预混料含 The premix were provided by *Yangzhou* University Feed Company, per kg of premix provided as follows：VA 1 200 000 U，VD 400 000 U，VE 1 800 U，VK 150 mg，

$VB_1$ 60 mg，$VB_2$ 600 mg，$VB_6$ 200 mg，$VB_{12}$ 1 mg，烟酸 nicotinic acid 3 g，*D*-泛酸 *D*-pantothenic acid 900 mg，叶酸 folic acid 50 mg，生物素 biotin 4 mg，胆碱 choline 35 g，Fe (as ferrous sulfate) 6 g，Cu (as copper sulfate) 1 g，Mn (as manganese sulfate) 9.5 g，Zn (as zinc sulfate) 9 g，I (as potassium iodide) 50 mg，Se (as sodium selenite) 30 mg。

2)营养水平均为计算值。Nutrient levels were calculated values.

### 1.3 饲养管理

试验鹅的整个饲养过程是在扬州大学实验农牧场进行，正式试验时间为2014年7月21日到2014年8月10日；试验鹅全程网上平养，自由采食和饮水，保持圈内清洁卫生干燥、通风良好。

### 1.4 测定指标

#### 1.4.1 生长性能

在56、63、70日龄末空腹称量试验鹅体重（称前禁食6 h）及耗料量，并计算平均日增重（ADG）、平均日采食量（ADFI）和料重比（F/G）。

#### 1.4.2 屠宰性能

饲养试验结束（70日龄末）时，从每个重复中选取接近该重复平均体重的试验鹅2只（共40只）。宰前停饲6 h后称量体重，随后屠宰放血拔毛，测定屠宰指标：半净膛重、全净膛重、胸肌重、腿肌重、腹脂重，并计算半净膛率、全净膛率、胸肌率、腿肌率、腹脂率。所参照的方法是NY/T 823-2004《家禽生产生产性能名词术语和度量统计方法》[12]。

#### 1.4.3 肉品质及肌肉常规养分

饲养试验结束（70日龄末）时，从每个重复中选取接近该重复平均体重的试验鹅2只（共40只）。宰前停饲6 h后称量体重，随后屠宰放血，分割左侧的胸肌和腿肌，胸肌用于测定肉pH、肉色、剪切力、滴水损失率，腿肌用于测定肌肉中水分、粗蛋白质、粗脂肪、粗灰分的含量。

pH测定：屠宰后15 min用pH计探头测定胸肌样本pH，测定均选取肌肉的中间位置。

肉色测定：屠宰后用Opto-Star肉色测定仪测定肌肉颜色。

嫩度测定：取新鲜胸肌肉样，剪成宽1 cm、厚0.5 cm成条肉样（无筋膜、脂肪、肌膜），用C-LM3型肌肉嫩度仪测定剪切力值，剪切3次，取平均值。

失水率的测定（滴水损失法）：在宰后2~3 h，取胸肌肉样1块，修成厚2 cm左右的肉片，重80~100 g，剔除肌外膜。称重后用铁丝使肌纤维垂直向下悬挂在充气的密封袋内，在4 ℃

条件下保持24 h，然后擦干肌肉表面水分后称重，计算失水率。

失水率(%)=[(悬挂前肉样重-悬挂后肉样重)/悬挂前肉样重]×100。

1.4.4 饲粮养分利用率

在饲养试验期间，在64日龄从每个重复中选取接近该重复平均体重的试验鹅1只，进行代谢试验。试验鹅放在代谢笼中饲养，代谢笼下面垫有集粪盘。适应期与试验期间自由采食和饮水，每天多次添加饲粮，以防在鹅采食时饲粮落入代谢盘。采用全收粪法收集排泄物，剔除排泄物上的皮屑和羽毛，并将收集4 d的同只鹅的排泄物混合均匀。每100 g鲜粪中加10%盐酸10 mL，防止粪尿中的氨氮损失。鲜粪在65 ℃烘箱中烘干后室温下回潮24 h称重，用40目筛粉碎机粉碎，制成粪样的风干样。

饲粮养分表观利用率（%）=100-100×[($b$/$a$)×($c$/$d$)]。

式中：$a$为饲粮中某养分含量（%）；$b$为粪尿中某养分含量（%）；$c$为饲粮中内源指示剂含量（%）；$d$为粪尿中内源指示剂含量（%）。

1.4.5 经济效益

统计50~70日龄ADFI、ADG，原料价格、毛鹅价格以实际购买出售为参考标准。根据以上记录计算每千克增重饲料总成本及每日每只经济效益。

每千克增重饲粮成本=（ADFI×饲粮价格）/ADG；

每日每只经济效益=（ADG×毛鹅价格）-（ADFI×饲粮价格）。

1.5 数据统计分析

试验数据采用Excel 2007建立数据库，利用SPSS 19.0中单因素方差分析（one-way ANOVA）进行分析，检验组间差异性及影响效应，并进行线性和二次曲线回归分析，以$P$<0.05作为差异显著性判断标准。

2 结 果

2.1 饲粮中添加木薯渣对50~70日龄仔鹅生长性能的影响

由表3可知，饲粮中添加木薯渣显著提高了50~56日龄仔鹅的ADG（$P$<0.05），且呈一次线性关系（$P$=0.001），但5%和10%木薯渣组与对照组差异不显著（$P$>0.05）。饲粮中添加木薯渣显著提高了57~63日龄仔鹅的ADFI（$P$<0.05），且呈一次线性关系（$P$=0.001），15%、20%木薯渣组显著高于5%木薯渣组与对照组（$P$<0.05）。饲粮中添加木薯渣显著提高了64~70日龄仔鹅的ADFI（$P$<0.05），且呈一次线性关系（$P$=0.001），10%、15%、20%木薯渣组显著高于5%木薯渣组与对照组（$P$<0.05）。饲粮中添加木薯渣显著提高了50~70日龄仔鹅的

ADFI（*P*<0.05），且呈一次线性关系（*P*=0.000），其中15%、20%木薯渣组显著高于5%木薯渣组与对照组（*P*<0.05），但5%木薯渣组与对照组差异不显著（*P*>0.05）。各段日龄各组间料重比虽有一定差异，但均未达到差异显著水平（*P*>0.05）。

表3　饲粮中添加木薯渣对50~70日龄仔鹅生长性能的影响

Table 3 Effects of dietary cassava residues on growth performance of geese at 50 to 70 days of age

| 日龄 Day of age | 项目 Items | 木薯渣添加水平 Cassava residues supplemental level/% | | | | | SEM | *P* 值 *P*-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | 木薯渣 Cassava residues | 线性 Linear | 二次 Quadratic |
| 50~56 | 平均日采食量 ADFI/g | 202.39 | 203.67 | 212.55 | 226.25 | 226.00 | 3.629 | 0.063 | 0.006 | 0.947 |
| | 平均日增重 ADG/g | 41.34[a] | 42.49[a] | 43.72[ab] | 48.59[c] | 47.59[bc] | 0.883 | 0.013 | 0.001 | 0.908 |
| | 料重比 F/G | 4.90 | 4.80 | 4.87 | 4.67 | 4.76 | 0.061 | 0.808 | 0.383 | 0.867 |
| 57~63 | 平均日采食量 ADFI/g | 204.65[a] | 206.65[a] | 218.89[ab] | 230.42[b] | 231.97[b] | 3.414 | 0.006 | 0.001 | 0.939 |
| | 平均日增重 ADG/g | 28.53 | 26.84 | 27.83 | 29.24 | 29.52 | 0.537 | 0.554 | 0.279 | 0.358 |
| | 料重比 F/G | 7.17 | 7.71 | 7.89 | 7.90 | 7.89 | 0.288 | 0.280 | 0.083 | 0.196 |
| 64~70 | 平均日采食量 ADFI/g | 149.33[a] | 152.07[a] | 168.60[b] | 168.91[b] | 177.89[b] | 3.171 | 0.004 | 0.001 | 0.841 |
| | 平均日增重 ADG/g | 13.40 | 12.56 | 14.27 | 14.79 | 14.83 | 0.555 | 0.142 | 0.080 | 0.619 |
| | 料重比 F/G | 11.18 | 12.12 | 11.72 | 11.47 | 12.02 | 0.403 | 0.285 | 0.806 | 0.533 |
| 50~70 | 平均日采食量 ADFI/g | 185.91[a] | 187.58[ab] | 200.01[bc] | 208.53[c] | 212.26[c] | 3.030 | 0.001 | 0.000 | 0.990 |
| | 平均日增重 ADG/g | 27.64 | 27.20 | 28.66 | 30.91 | 30.63 | 0.516 | 0.094 | 0.012 | 0.873 |
| | 料重比 F/G | 6.71 | 6.90 | 6.99 | 6.76 | 6.94 | 0.072 | 0.803 | 0.553 | 0.843 |

同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*<0.05），相同或无字母表示差异不显著（*P*>0.05）。下表同。

In the same row, values with different small letter superscripts mean significant difference (*P*<0.05), while with the same or no letter superscripts mean no significant difference (*P*>0.05). The same as below.

2.2 饲粮中添加木薯渣对70日龄仔鹅屠宰性能的影响

由表4可知，饲粮中添加木薯渣对70日龄仔鹅的腹脂率有显著影响（*P*<0.05），且呈一次线性关系（*P*=0.009），其中对照组鹅腹脂率最高，其与5%木薯渣组均显著高于20%木薯渣

组（$P$<0.05）。饲粮中添加木薯渣有提高70日龄仔鹅全净膛率的趋势（$P$=0.095），且呈显著的一次线性关系（$P$=0.011）。饲粮中添加木薯渣对70日龄仔鹅屠宰率、半净膛率、全净膛率、腿肌率、胸肌率的影响均未达到显著水平（$P$>0.05）。

表4 饲粮中添加木薯渣对70日龄仔鹅屠宰性能的影响 %

Table 4 Effects of dietary cassava residues on slaughter performance of geese at 70 days of age %

| 项目 Items | 木薯渣添加水平 Cassava residues supplemental level/% | | | | | SEM | *P* 值 *P*-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | 木薯渣 Cassava residues | 线性 Linear | 二次 Quadratic |
| 屠宰率 Dressing percentage | 87.49 | 87.47 | 87.58 | 87.32 | 87.26 | 0.166 | 0.979 | 0.627 | 0.782 |
| 半净膛率 Percentage of half-eviscerated yield | 78.96 | 79.28 | 79.34 | 79.99 | 79.47 | 0.174 | 0.503 | 0.178 | 0.465 |
| 全净膛率 Percentage of eviscerated yield | 71.16 | 71.00 | 71.95 | 72.40 | 72.45 | 0.219 | 0.095 | 0.011 | 0.972 |
| 腿肌率 Percentage of leg muscle | 15.34 | 15.17 | 15.54 | 15.69 | 15.98 | 0.153 | 0.604 | 0.153 | 0.238 |
| 胸肌率 Percentage of breast muscle | 9.80 | 9.85 | 10.37 | 9.53 | 9.75 | 0.660 | 0.238 | 0.651 | 0.356 |
| 腹脂率 Percentage of abdominal fat | 2.79[a] | 2.66[a] | 2.57[ab] | 2.43[ab] | 2.02[b] | 0.098 | 0.037 | 0.009 | 0.424 |

2.3 饲粮中添加木薯渣对 70 日龄仔鹅肉品质及肌肉常规养分含量的影响

由表 5 可知，饲粮中添加木薯渣显著影响了 70 日龄仔鹅肌肉中粗灰分的含量（$P$<0.05），20%木薯渣组与其他各试验组差异显著（$P$<0.05），且呈二次曲线关系（$P$=0.001）。饲粮中添加木薯渣对 70 日龄仔鹅肉品质及肌肉常规养分含量无显著影响（$P$>0.05）。

表5 饲粮中添加木薯渣对70日龄仔鹅肉品质及肌肉常规养分含量的影响

Table 5 Effects of dietary cassava residues on meat quality and the content of conventional nutrient in muscle of geese at 70 days of age %

| 项目 Items | 木薯渣添加水平 Cassava residues supplemental level/% | | | | | SEM | *P* 值 *P*-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | 木薯渣 Cassava residues | 线性 Linear | 二次 Quadratic |
| pH | 5.63 | 5.62 | 5.66 | 5.75 | 5.68 | 0.025 | 0.491 | 0.227 | 0.746 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 肉色 Meat color | 79.87 | 81.39 | 82.00 | 85.13 | 80.45 | 1.091 | 0.599 | 0.495 | 0.539 |
| 失水率 Water loss rate/% | 3.82 | 3.72 | 4.66 | 4.06 | 4.11 | 0.152 | 0.363 | 0.411 | 0.361 |
| 剪切力 shear stress/N | 59.23 | 60.05 | 52.24 | 56.05 | 53.42 | 1.533 | 0.421 | 0.162 | 0.716 |
| 水分 Water/% | 73.05 | 73.34 | 72.82 | 72.89 | 74.08 | 0.227 | 0.405 | 0.303 | 0.233 |
| 粗蛋白质 CP/% | 20.53 | 20.61 | 19.89 | 20.24 | 20.04 | 0.120 | 0.269 | 0.106 | 0.620 |
| 粗脂肪 CF/% | 5.60 | 5.00 | 6.13 | 6.12 | 5.40 | 0.201 | 0.349 | 0.604 | 0.425 |
| 粗灰分 Ash/% | 1.48[a] | 1.35[a] | 1.29[a] | 1.38[a] | 1.73[b] | 0.042 | 0.008 | 0.053 | 0.001 |

## 2.4 饲粮中添加木薯渣对10周龄仔鹅饲粮养分表观代谢率的影响

由表6可知，饲粮中添加木薯渣对10周龄仔鹅饲粮干物质的表观代谢率有显著影响（*P*<0.05），且呈一次线性关系（*P*=0.000），10%、15%、20%木薯渣组饲粮干物质的表观代谢率均显著低于对照组（*P*<0.05），且20%木薯渣组饲粮干物质的表观代谢率最低。饲粮中添加木薯渣对10周龄仔鹅饲粮能量的表观代谢率有显著影响（*P*<0.05），且呈一次线性关系（*P*=0.002）和二次曲线关系（*P*=0.001），10%、15%木薯渣组显著低于5%木薯渣组和对照组（*P*<0.05），各试验组饲粮能量的表观代谢率均显著低于对照组（*P*<0.05）。饲粮中添加木薯渣对10周龄仔鹅饲粮其他养分的表观代谢率无显著影响（*P*>0.05）。

表6 饲粮中添加木薯渣对10周龄仔鹅饲粮养分表观代谢率的影响

Table 6 Effects of dietary cassava residues on diets nutrient apparent utilization of geese at 10 weeks of age %

| 项目 Items | 木薯渣添加水平 Cassava residues supplemental level/% | | | | | SEM | *P* 值 *P*-value | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | | 木薯渣 Cassava residues | 线性 Linear | 二次 Quadratic |
| 干物质 DM | 66.94[a] | 61.61[ab] | 57.82[bc] | 52.88[cd] | 51.89[d] | 1.303 | 0.000 | 0.000 | 0.288 |
| 粗蛋白质 CP | 53.05 | 49.02 | 44.22 | 43.91 | 42.49 | 1.634 | 0.190 | 0.027 | 0.470 |
| 粗脂肪 EE | 76.85 | 77.61 | 74.96 | 76.15 | 75.73 | 0.874 | 0.913 | 0.572 | 0.848 |
| 粗纤维 CF | 35.41 | 37.85 | 38.12 | 40.33 | 41.02 | 1.146 | 0.623 | 0.127 | 0.879 |

| 钙 Ca | 49.09 | 48.68 | 46.88 | 46.93 | 46.14 | 1.200 | 0.937 | 0.408 | 0.919 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 磷 P | 35.47 | 33.03 | 33.32 | 31.37 | 33.07 | 1.144 | 0.904 | 0.475 | 0.569 |
| 能量 GE | 75.45[a] | 70.90[b] | 66.35[c] | 66.87[c] | 69.93[bc] | 0.719 | 0.002 | 0.002 | 0.001 |

2.5 饲粮中添加木薯渣对50~70日龄仔鹅经济效益的影响

50~70日龄仔鹅饲粮中添加木薯渣经济效益的统计见表7。由表7可知，饲粮中各原料价格参考市场价：玉米2.53元/kg，豆粕3.88元/kg，小麦麸1.88元/kg，苜蓿草粉1.75元/kg，木薯渣0.85元/kg，磷酸氢钙10元/kg，预混料5元/kg，石粉0.22元/kg，食盐0.28元/kg，蛋氨酸48元/kg；添加木薯渣替代了部分玉米和苜蓿草粉后，因为木薯渣的成本低于玉米和苜蓿草粉，与对照组相比，添加木薯渣后仔鹅饲粮成本每千克分别降低了0.075、0.151、0.223和0.292元。根据饲料的总成本计算，每千克增重饲料成本与对照组相比，10%、15%、20%木薯渣组分别降低2.093%、7.834%、7.783%。根据增重效益计算，每日每只经济效益与对照组相比，10%、15%、20%木薯渣组分别提高了11.814%、43.499%、41.904%。对50~70日龄仔鹅的增重成本降低百分比及效益增加百分比值进行曲线模拟，结果呈现二次曲线关系，其关系式分别为$y$=-8.922+1.586$x$-0.037$x^2$ ($R^2$=0.950)，$y$=-50.963+9.140$x$-0.219$x^2$ ($R^2$=0.947)，由此推算，当饲粮中木薯渣的添加量分别为21.4%和20.9%时，70日龄仔鹅饲料成本最低和效益最高。

表7 50~70日龄仔鹅饲粮中添加木薯渣经济效益统计

Table 7 Economic cost statistics of dietary cassava residues for geese at 50 to 70 days of age

| 项目 Items | 木薯渣添加水平 Cassava residues supplemental level/% | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
| 饲粮成本 Diet costs/(元/kg) | 2.788 | 2.713 | 2.637 | 2.565 | 2.496 |
| 平均日采食量 ADFI/kg | 0.186 | 0.188 | 0.200 | 0.209 | 0.212 |
| 平均日增重 ADG/kg | 0.028 | 0.027 | 0.029 | 0.031 | 0.031 |
| 每只每日饲粮成本 Each daily diet costs of each goose/元 | 0.518 | 0.509 | 0.528 | 0.535 | 0.530 |
| 每千克增重饲料成本 Weight gain diet cost per kg/(元/kg) | 18.779 | 19.062 | 18.385 | 17.308 | 17.317 |
| 增重成本降低百分比 Weight gain cost reduction ratio/% | | -1.510 | 2.093 | 7.834 | 7.783 |
| 毛鹅价格 Geese prices/（元/kg） | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 | 24.000 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 每只每日增重收益 Each daily benefits of weight gain of each goose/元 | 0.662 | 0.641 | 0.689 | 0.742 | 0.734 |
| 每日每只经济效益 Daily economic benefits of each goose/元 | 0.144 | 0.132 | 0.161 | 0.207 | 0.204 |
| 效益增加百分比 Benefits increase ratio/% | | -8.514 | 11.814 | 43.499 | 41.904 |

## 3 讨　论

### 3.1 饲粮中添加木薯渣对50~70日龄仔鹅生长性能的影响

已有研究证明，以各种糟渣类为原料，用于家禽饲养中可以取得良好的养殖效果[13-14]。木薯渣中的粗纤维含量高达19.13%，其较高的粗纤维限制了其在畜禽中的使用量。Khempaka等[15]研究表明在肉鸡饲粮中用干木薯渣作能量饲料的最佳添加量为8%。Ferreira等[16]在22~42日龄罗斯肉鸡饲粮中添加木薯渣，结果表明在高温环境下当添加量为118.75~200.00 g/kg，可以提高鸡的体重和饲料转化率。韦锦益等[17]用发酵木薯渣饲料与禾本科牧草配比饲喂鹅试验发现，鹅喜欢采食且增重明显。家禽的采食量主要受品种、饲粮、环境和饲喂技术等多种因素影响，木薯生产酒精的过程有发酵过程，而在发酵过程中留存的醇类、醛类和酯类等具有挥发性芳香味[18]，导致仔鹅的采食量增加；在实际配制饲料中，拆包木薯渣后即可闻到芳香味，并且在饲喂过程中发现：随着木薯渣添加比例的增加，仔鹅对饲粮的采食积极程度明显增加。由此可知，仔鹅的采食量随木薯渣添加量的增加而提高。本试验结果表明，在50~70日龄仔鹅饲粮中添加木薯渣均可以提高仔鹅采食量，促进仔鹅生长，且在开始添加的第1周就已显著提高了仔鹅ADG和ADFI，随着添加时间的延长对仔鹅的影响程度逐渐减小。在63~70日龄各组的ADFI大幅度降低，可能是因为饲养试验期间白天舍内最高温度高于35 ℃，受热应激的影响从而导致各组ADG明显下降。

### 3.2 饲粮中添加木薯渣对70日龄仔鹅屠宰性能的影响

屠宰性能指标是从表观上反映营养物质在动物不同组织及同一组织的不同部位沉积量差异的一组指标，而影响其沉积量的因素有很多种。Cahaner等[19]研究指出腹脂和胴体脂肪呈中等程度以上的表型相关和遗传相关，腹脂沉积的多少可以在一定程度上反映体内脂肪的代谢动态。万建美等[20]认为各组之间纤维水平的差异，可能导致了营养物质沉积量的不同。张亚俊[12]研究表明，在饲粮能量、蛋白质等营养素含量基本一致的情况下，饲粮中不同纤维水平对扬州鹅屠宰性能有一定的影响，纤维水平在5.8%~6.7%之间时，12周龄时的屠宰性能较好。本试验结果表明，添加一定比例的木薯渣对屠宰指标无显著影响，当添加量为20%时，70日龄仔鹅的腹脂率是20%木薯渣组显著低于对照组，可能与其脂肪代谢相关，也可能是因为试验饲粮中纤维含量相对较高引起脂肪的表观利用率降低和内源损失的增加[21]。这与Khempaka等[15]的研究在肉鸡饲粮中添加干木薯渣降低腹脂率的研究结果一致。

3.3 饲粮中添加木薯渣对50~70日龄仔鹅肉品质及肌肉常规养分的影响

Miller[25]提出，肉品质通常是指鲜肉和加工肉所具有的外观、风味、营养、卫生等各种与加工和食用有关的物理、化学性状。目前，肉品质评定最常使用的方法就是感官评定，感官评定主要从pH、肉色、嫩度、失水率几个方面进行评定。目前关于鹅肉品质评价的研究很少，其正常范围还未见报道指出，李小娟[26]在饲粮中添加不同水平干酒糟及其可溶物（DDGS）测得的扬州鹅肌肉pH是5.89~6.12，谢恺舟等[27]测得的70日龄扬州鹅胸肌pH是5.78，剪切力是6.03 kg，约为59.09 N，而本试验测得的70日龄仔鹅的胸肌pH是5.62~5.75，肉色值是79.87~85.13，剪切力为52.24~60.05，滴水损失是3.72%~4.66%，均是试验组与对照组无显著差异，由此可知，饲粮中添加木薯渣对肉pH、肉色、嫩度、失水率没有显著影响。对于剪切力值，是5%、10%、15%木薯渣组低于对照组，由此可知，饲粮添加木薯渣对仔鹅肌肉嫩度没有不良影响，当添加适宜比例的木薯渣能轻微提高肌肉嫩度。

肌肉的化学特性是肉品的内在质量，它能客观的评价肌肉品质。不同畜禽肉品质常量化学成分的差异主要是由水分、脂肪和蛋白质等营养成分含量不同引起的。一般认为肌肉的水分含量高，干物质含量低，营养成分偏低，但一定水分的含量对肌肉多汁性、适口性及嫩度有着一定的影响。肌肉内的脂肪含量对肉品质的影响较大，与肉品的嫩度、多汁性和风味呈正相关。蛋白质含量多少对肉品质的优劣起到关键作用，鹅肉中含有丰富的矿物质，富含钙、磷、铁等，本研究中测得的腿肌中的灰分含量是20%木薯渣组显著高于对照组，这是因为木薯渣中含有存留的有机酸，其中，苹果酸、乙酸和乳酸已作为饲料酸化剂用于调节动物肠道的pH[28-30]，而降低胃肠道前段的pH能提高胃蛋白酶活性、提高营养物质的可溶性和增加矿物质的吸收[31]。由此可知，饲粮中添加木薯渣可以提高腿肌中矿物质的含量及营养价值，而其肌肉中灰分的物质组成及形成机制有待进一步分析研究。

3.4 饲粮中添加木薯渣对50~70日龄仔鹅饲粮养分表观代谢率的影响

准确测定饲料或饲粮中可消化养分的含量具有重要意义，也是评定饲料营养价值的重要方法，饲料中的干物质是营养成分的载体，特别是碳水化合物、蛋白质和脂肪这三大能量之源，养分代谢的同时必然伴随着能量代谢[21]。王宝维等[32]测定了3月龄五龙鹅对以苜蓿粉为主要纤维源的不同粗纤维水平(5.41%~12.05%)饲粮中粗纤维、中性洗涤纤维、酸性洗涤纤维的利用率，分别为17.15%~25.35%、21.04%~30.71%和19.10%~28.08%。本试验结果与上述研究相符，10周龄仔鹅饲粮养分的表观代谢率，均是随着木薯渣添加量的增加而有所下降，而其呈现下降的趋势的原因可能是木薯渣粗纤维含量高：饲粮纤维不仅本身消化利用率低，而且还影响饲粮中其他养分的消化吸收[33-34]，表现出抗营养作用。刘刚等[35]研究表明，随着饲粮中纤维水平的增加，饲粮中能量、粗蛋白质和粗脂肪的利用均有不同程度的下降。饲

粮纤维会影响饲料滞留消化道时间和滞留率，从而影响养分的利用率[36]。本试验结果表明，饲粮中干物质、粗蛋白质、粗脂肪、能量、钙、磷的表观代谢率均随饲粮中木薯渣添加量的增加呈现降低的趋势，而干物质的表观利用率降低最明显，各期均是与对照组呈现出显著差异，与上述研究结果一致。另外，20%木薯渣组能量表观代谢率略高于10%和15%木薯渣组，可能是由于对粗纤维的利用相对高于其他各组，但其原因和机理还有待进一步研究。

3.5 饲粮中添加木薯渣对50~70日龄仔鹅经济效益的影响

于向春等[22]在文昌鸡雏鸡饲粮中添加发酵木薯渣粉，结果显示添加比例为15%，替代9%的玉米粉、3%的花生粉和3%的麸皮是可行的，能够得到相对较好的增重效果，同时饲养成本降低。俸祥仁等[23]在28日龄三黄鸡饲粮中添加10%和20%微生物发酵木薯渣时，毛利润比对照组分别提高了28.36%和26.63%。蒋建生等[24]将发酵木薯渣饲料分别按1%、3%、5%比例替代部分全价饲料养殖肉鸭，结果表明发酵木薯渣按5%比例替代全价饲料组的盈利最高，达4.49元/羽，其次为按3%和1%比例替代全价饲料组，其盈利分别为4.32和3.49元/羽，均显著高于对照组盈利的2.31元/羽。本试验结果表明，在50~70日龄仔鹅饲粮中，木薯渣的添加量过少时因仔鹅采食量增加和饲料转化率降低，并不能降低饲料成本；当木薯渣添加量过高时，饲粮营养物质转化率明显降低，影响仔鹅的生长发育。根据70日龄仔鹅的增重成本降低百分比及效益增加百分比值的曲线模拟结果可知，对于50~70日龄仔鹅饲粮中木薯渣的添加量为20.9%~21.4%。

4 结 论

① 饲粮中添加适宜比例的木薯渣可以提高50~70日龄仔鹅的采食量，促进仔鹅生长，节约饲粮成本并提高经济效益，对仔鹅的屠宰性能无显著影响，当添加量为20%时，提高了仔鹅肌肉中粗灰分含量，降低腹脂率。

② 饲粮中添加木薯渣降低了10周龄仔鹅饲粮干物质及能量的表观代谢率，对其他养分的表观代谢率无显著影响。

③ 综合仔鹅生长性能、屠宰性能、饲粮养分利用率及对经济效益的分析，50~70日龄仔鹅饲粮中木薯渣的适宜添加量为20%。

参考文献：

[1] 古碧,李开绵,李兆贵,等.不同木薯品种(系)块根淀粉特性研究[J].热带作物学报,2009,30(12):1876–1882.

[2] 胡忠泽,刘雪峰.木薯渣饲用价值研究[J].安徽技术师范学院学报,2002,16(4):4–6.

[3] 唐春梅,王之盛,万江虹,等.木薯渣日粮在夏季对育肥牛生产性能和血液生化指标的影响

[J].中国畜牧杂志,2011,47(21):38–40.

[4] 高俊峰.发酵木薯渣对本地黑山羊生长性能、血液生化指标和养分消化代谢的影响[D].硕士学位论文.南宁:广西大学,2013.

[5] 廖晓光,方治山,杨楷,等.木薯渣生物饲料对桂科商品猪生长性能的影响[J].饲料工业,2014,35(20):36–39.

[6] 张潇月,李海利,齐大胜,等.红薯渣和木薯渣对生长獭兔的营养价值评定[J].动物营养学报,2014,26(7):1996–2002.

[7] 艾必燕,樵星芳,陈建康,等.发酵木薯渣对生长鹅血液生化指标的影响[J].上海畜牧兽医通讯,2012(1):19–20.

[8] 樵星芳,刘长忠,陈建康,等.发酵木薯渣对生长鹅代谢激素的影响[J].黑龙江畜牧兽医,2012(9):58–59.

[9] 张丽英.饲料分析及饲料质量检测技术[M].3 版.北京:中国农业大学出版社,2007.

[10] 施寿荣.5~10 周龄扬州鹅能量和蛋白质需要量的研究[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2007.

[11] 张亚俊.纤维水平对仔鹅生产性能、消化道发育及养分利用的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2008.

[12] 中华人民共和国农业部.中华人民共和国农业行业标准 家禽生产性能名词术语和度量统计方法[J].中国禽业导刊,2006,23(15):45–46.

[13] 孙丹凤,王友炜,王聪,等.发酵啤酒糟营养价值评定及对肉鸡生长性能的影响[J].饲料工业,2009,30(17):26–28.

[14] 左志安.膨化菜籽、啤酒糟在肉鸭日粮中的应用及其代谢能、可利用氨基酸的测定[D].硕士学位论文.雅安:四川农业大学,2003.

[15] KHEMPAKA S,MOLLE W,GUILLAUME M.Dried cassava pulp as an alternative feedstuff for broilers:effect on growth performance,carcass traits,digestive organs,and nutrient digestibility[J].Journal of Applied Poultry Research,2009,18(3):487–493.

[16] FERREIRA A H C,LOPES J B,DE ABREU M L T,et al.Cassava root scrapings for 22 to 42-day-old broilers in high-temperature environments[J].Revista Brasileira de Zootecnia,2012,41(6):1442–1447.

[17] 韦锦益,蔡小艳,黄世洋.禾本科牧草与木薯渣发酵饲料配比饲喂鹅试验初报[J].中国草食动物,2011,31(6):33–36.

[18] 张春林.泸州老窖大曲的质量、微生物与香气成分关系[D].博士学位论文.无锡:江南大学,2012.

[19] CAHANER A,NITSAN Z.Evaluation of simultaneous selection for live body weight and against abdominal fat in broiler[J].Poultry Science,1985,64(7):1257–1263.

[20] 万建美,吕林,李素芬,等.抗生素对肉鸡生长、屠宰性能和肉品质的影响[J].中国畜牧杂志,2010,46(1):48–51.

[21] 杨凤.动物营养学[M].北京:中国农业出版社,2002:74.

[22] 于向春,刘易均,杨志斌,等.发酵木薯渣粉在文昌鸡日粮中的应用[J].中国农学通报,2011,27(1):394–397.

[23] 倖祥仁,崔艳莉,庞继达,等.微生物发酵木薯渣饲料在肉鸡养殖中的应用[J].广东农业科学,2013(16):111–112,119.

[24] 蒋建生,庞继达,蒋爱国,等.发酵木薯渣饲料替代部分全价饲料养殖肉鸭的效果研究[J].中国农学通报,2014,30(11):16–20.

[25] HILL J D,MCGLONE J J,FULLWOOD S D,et al.Environmental enrichment influences on pig behavior,performance and meat quality[J].Applied Animal Behaviour Science,1998:57(1/2):51–68.

[26] 李小娟.饲粮不同 DDGS 水平对仔鹅生长性能、屠宰性能和肉品质的影响[D].硕士学位论文.扬州:扬州大学,2012.

[27] 谢恺舟,黄玉萍,陈学森,等.扬州鹅及其杂交配套组合肉用性能和肉品质的研究[J].中国畜牧杂志,2012,48(9):1–6.

[28] KADIM I T,AL-MARZOOQI W,MAHGOUB O,et al.Effect of acetic acid supplementation on egg quality characteristics of commercial laying hens during hot season[J].International Journal of Poultry Science,2008,7(10):1015–1021.

[29] MOHARRERY A.Effect of malic acid on growth performance,carcass characteristics,and feed efficiency in the broiler chickens[J].International Journal of Poultry Science,2005,4(10):781–786.

[30] SOLTAN M A.Effect of dietary organic acid supplementation on egg production,egg quality and some blood serum parameters in laying hens[J].International Journal of Poultry Science,2008,7(6):613–621.

[31] GUINOTTE F,GAUTRON J,NYS Y,et al.Calcium solubilization and retention in the gastrointestinal tract in chicks (*Gallus domesticus*) as a function of gastric acid secretion

inhibition and of calcium carbonate particle size[J].British Journal of Nutrition,1995,73(1):125–139.

[32] 王宝维,张旭晖,吴晓平,等.苜蓿粉含量对鹅日粮粗纤维和钙磷消化率的影响[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2005,33(8):58–62.

[33] DIERICK N A,VERVAEKE I J,DEMEYER D I.Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs.I.importance of fermentation in the overall energy supply[J].Animal Feed Science and Technology,1989,23(1/2/3):141–167.

[34] SCHULZE H,VAN LEEUWEN P,VERSTEGEN M W,et al.Dietary level and source of neutral detergent fiber and ileal endogenous nitrogen flow in pigs[J].Animal Science,1995,73(2):441–448.

[35] 刘刚,谭本杰,林丽丹,等.不同饲料配比对朗德鹅生长性能及生理指标的影响[J].饲料研究,2010(8):52–54.

[36] STOREY M L,ALLEN N K.Apparent and true metabolizable energy of feedstuffs for mature,nonlaying female embden geese[J].Poultry Science,1982,61(4):739–745.

[37] 夏中生,麻艳群,杨家晃,等.饲粮纤维来源对合浦鹅生产性能、血清生化指标和养分代谢的影响[J].畜牧与兽医,2006,38(7):7–10.

Optimum Supplemental level of Cassava Residues for Geese at 50 to 70 Days of Age

YANG Haiming ZHANG Fenfen WANG Zhiyue* LI Yanpin JU Xiaojun

( *College of Animal Science and Technology, Yangzhou University, Yangzhou* 225009, *China*)

Abstract: The objective of this experiment was to study on optimum supplemental level of cassava residues for geese at 50 to 70 days of age. Two hundred 49-days-old healthy male geese with similar body weight were randomly allocated into 5 groups with 4 replicates and each replicate had 10 geese. The control group was fed a basal diet and experimental groups were fed experimental diets supplemented with 5%, 10%, 15% and 20% cassava residues, respectively. The results showed as follows: 1) compared with the control group, dietary cassava residues significantly reduced the energy apparent utilization of geese at 10 weeks of age ($P$<0.05); dietary supplemented with 10%, 15% and 20% cassava residue significantly improved the average daily feed intake (ADFI) of geese at 64 to 70 days of age and 50 to 70 days of age ($P$<0.05); dietary supplemented with 15%, 20% cassava residue significantly improved the average daily gain (ADG) of geese at 50 to 56 days of age ($P$<0.05); dietary supplemented with 20% cassava residue significantly reduced the percentage of abdominal fat and significantly improved ash content in muscle of geese ($P$<0.05). 2) Dietary cassava residue had no significant effect on other slaughtering performance, nutrient apparent utilization, meat quality and conventional nutrients content of muscle ($P$>0.05). 3) Otherwise, by the quadratic relationship of feed cost reduction percentage and economic benefit, we know when the adding amount of cassava residue was 21.4%, the fodder cost reduction percentage was maximum; when the adding amount of cassava residue was 20.9%, economic benefits was maximum. Therefore, the diets of adding appropriate cassava residues can promote the growth of geese, but no significant influence on slaughtering performance and nutrient apparent utilization, meat quality and conventional nutrients content of muscle. According to growth performance, slaughter performance, nutrient apparent utilization and economic benefit analysis, the feasible adding amount of cassava residue is 20%.

Key words: cassava residues; geese; growth performance; slaughter performance; economic benefits

*Corresponding author, professor, E-mail: dkwzy@263.net (责任编辑 武海龙)